

## TP OPTIQUE 2 : INTERFEROMETRE DE MICHELSON

Commencer par reprendre le TP 1 et régler le Michelson en lame d'air de manière à observer une figure bien contrastée. Quelle est l'allure de la figure d'interférences attendue ?

**Attention !!** Ne pas allumer et éteindre les lampes spectrales, leur durée de vie étant limitée par le nombre d'allumage ; lorsque vous passerez des mesures avec la lampe au sodium à celles avec la lampe au mercure, utiliser le rouleau de papier canson noir pour dissimuler la lumière de la lampe non utilisée sans l'éteindre.

### 1. MESURES EN LAME D'AIR

#### 1.1. Détermination de la largeur spectrale $\Delta\lambda$ du doublet jaune du sodium

La raie jaune du sodium est en réalité un doublet spectral. On note  $\Delta\lambda$  l'écart entre ses deux longueurs d'onde et  $\lambda_m = 589,3$  nm la longueur d'onde moyenne.

- ✓ En utilisant un interféromètre réglé en lame d'air, traduire le miroir mobile et observer les variations de contraste.
- ✓ Proposer un protocole pour déterminer  $\Delta\lambda$ . Calculer  $\Delta\lambda$  et faire une estimation de l'erreur commise.

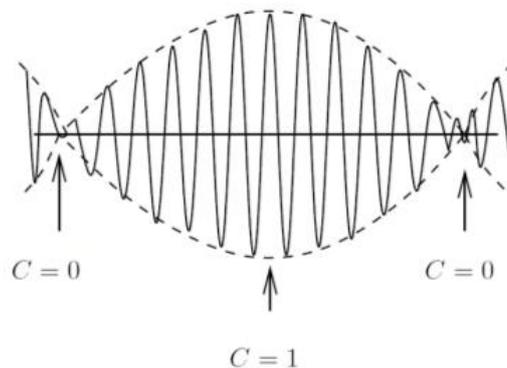
#### Modélisation : Rappels (cf cours)

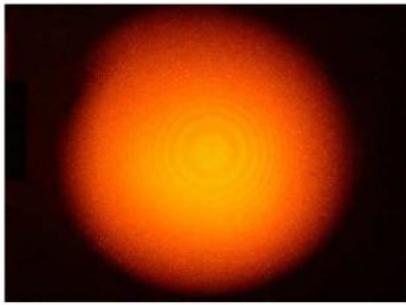
Au centre de la figure d'interférence ( $\beta = 0$ ), on a  $\delta(\beta = 0) = 2e$ . En s'écartant de  $e = 0$ , on constate que le contraste baisse (et s'annule, ce qui se repère par un écran uniforme) à cause de la cohérence temporelle des deux longueurs d'onde du doublet qui diminue. Le calcul de  $\Delta\lambda$  à partir de la différence  $e'$  entre les deux contrastes nuls entourant un contraste  $C = 1$  et de la longueur d'onde moyenne  $\lambda_m$  donne :

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_m^2}{2e'}$$

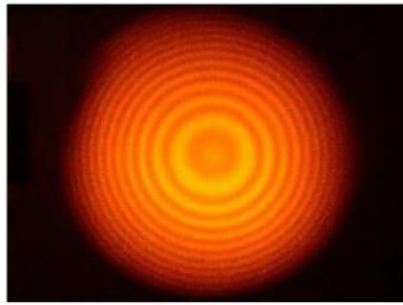
#### Remarque :

Pour une épaisseur  $e = 0$  (teinte plate), les anneaux ne sont pas visibles car de rayon infini ( $\rho_k \propto \frac{1}{\sqrt{e}}$ ) bien que de contraste 1 !

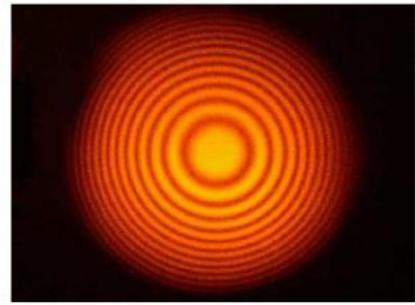




Contraste faible



Contraste moyen



Contraste élevé

*Evolution du contraste en fonction de la position du miroir ( $M_1$ ).*

## 1.2. Longueur de cohérence temporelle de la raie verte de la lampe de mercure

Régler l'interféromètre de Michelson en lame d'air avec la lampe à sodium, puis allumer la lampe à vapeur de mercure. Elle met 10 bonnes minutes à atteindre son régime optimal de fonctionnement. Le spectre de cette lampe est constitué de plusieurs raies.

Dans les tables, on trouve pour la raie verte du mercure (principale raie) la longueur d'onde :  $\lambda_0 = 546,1 \text{ nm}$ .

**Sécurité : les lampes à vapeur de mercure émettent dans l'UV un rayonnement qui, à haute dose, peut être dangereux pour les yeux. On limitera donc au minimum les observations directes du faisceau à l'œil nu.**

- ✓ Pourquoi les franges observées sont-elles irisées ? Comment le contraste évolue-t-il lorsqu'on chariote le miroir mobile ?
- ✓ Utiliser un filtre interférentiel vert pour sélectionner la raie verte du mercure (le maintenir à la main contre le verre anticalorique). Tourner éventuellement un peu le filtre pour ne pas que l'angle d'incidence soit nul
- ✓ Commenter le résultat obtenu.
- ✓ A partir de la teinte plate, translater (beaucoup) le miroir  $M_2$  toujours dans le même sens. Observer la diminution du contraste.
- ✓ Mesurer l'écart  $\Delta e$  entre la position correspondant à la disparition des franges et celle de la teinte plate.
- ✓ Estimer la longueur de cohérence de la raie verte du mercure puis sa largeur spectrale  $\delta\lambda \approx \frac{\lambda_0^2}{l_c}$ .

## 1.3. Evolution du rayon des anneaux

Utiliser la lampe au sodium avec le Michelson réglé en lame d'air.

- ✓ Charioter le miroir  $M_2$  de façon à obtenir plus de 6 anneaux visibles sur l'écran.
- ✓ Mesurer les rayons 4 premiers anneaux sombres notés  $\rho_k = 1..4$
- ✓ Tracer  $\rho_k^2$  en fonction de  $k$  où  $k$  est le numéro de l'anneau
- ✓ Vérifier que les rayons sont bien proportionnels à  $\sqrt{k}$ .

## 2. MESURES EN COIN D'AIR

Une fois toute cette première partie effectuée, reprendre la lampe de sodium, se placer au contact optique et régler l'interféromètre de Michelson en coin d'air afin d'obtenir des franges d'interférences.

Les objectifs de cette partie sont :

## 2.1. Détermination d'une longueur d'onde

Revenir en éclairage avec la lampe de sodium et faire réapparaître les franges rectilignes. On sait que l'interfrange sur le miroir vaut :  $i' \approx \frac{\lambda_0}{2\alpha}$

- ✓ Mesurer l'interfrange avec la lampe au sodium ; rappel : la longueur d'onde moyenne du doublet est de  $\lambda_m = 589,3 \text{ nm}$
- ✓ Remplacer la lampe au sodium par celle au mercure et placer le filtre vert devant le filtre anticalorique.
- ✓ Mesurer la nouvelle valeur de l'interfrange et en déduire un ordre de grandeur de la longueur d'onde de la raie principale (verte) du mercure.
- ✓ Dans les tables, on trouve pour cette raie la longueur d'onde :  $\lambda_0 = 546,1 \text{ nm}$ . Commenter le résultat obtenu.

## 2.2. Mesure de l'épaisseur d'une lame de verre

- ✓ Régler l'interféromètre de Michelson pour faire apparaître les franges d'égale épaisseur en lumière blanche (teintes de Newton). Placer la frange centrale au centre de l'écran.
- ✓ Noter la valeur indiquée par le vernier.
- ✓ Introduire délicatement entre la séparatrice et le miroir  $M_1$  une lamelle de verre d'indice  $n_{\text{verre}} = 1,5$ .
- ✓ Les franges disparaissent. Pourquoi ?
- ✓ Quelle est la variation du chemin optique ? Dans quel sens faut-il déplacer  $M_2$  pour voir réapparaître les franges ?
- ✓ Essayer de déplacer  $M_2$  jusqu'à retrouver les franges et placer la frange centrale au même endroit. Relever la nouvelle valeur indiquée par le vernier.
- ✓ En déduire l'épaisseur de la lamelle.